

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09051643  
PUBLICATION DATE : 18-02-97

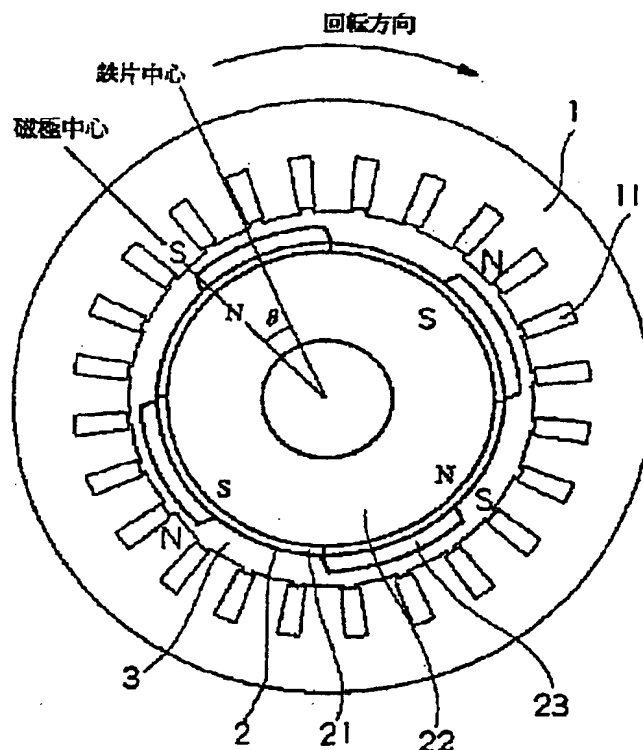
APPLICATION DATE : 04-08-95  
APPLICATION NUMBER : 07219611

APPLICANT : NISSAN MOTOR CO LTD;

INVENTOR : KANEKO YUTARO;

INT.CL. : H02K 1/27 H02K 21/16

TITLE : SYNCHRONOUS MOTOR



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the output torque by setting the fixing angle of a magnet body with respect to the center of pole of a permanent magnet based on the magnetic vector of permanent magnet and the magnetic vector produced by the exciting current of stator.

**SOLUTION:** A stator 1 and a rotor 2 are arranged concentrically through an air gap 3 for allowing rotation of the rotor 2. Slots 11 are made in the inner circumferential surface of stator 1 and the primary winding is set in each slot 11. The rotor 2 comprises a yoke 22, a quadrupole permanent ring magnet 21, and a magnetic body, i.e., four iron pieces 23. The iron 23 is arranged on the outer circumferential surface of permanent magnet 21 with the circumferential center thereof leading by an angle  $\theta$  ahead of the center of pole of permanent magnet 21 in the rotational direction of rotor 2. The angle  $\theta$  is set, based on the magnetic vector of permanent magnet 21 and the magnetic vector produced by the exciting current of stator 1.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-51643

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 2 K 1/27  
21/16

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

F I

H 0 2 K 1/27  
21/16

5 0 1 M  
M

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-219611

(22) 出願日 平成7年(1995)8月4日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 山田 日吉

愛知県岩倉市東町市場屋敷121

(72) 発明者 金子 雄太郎

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

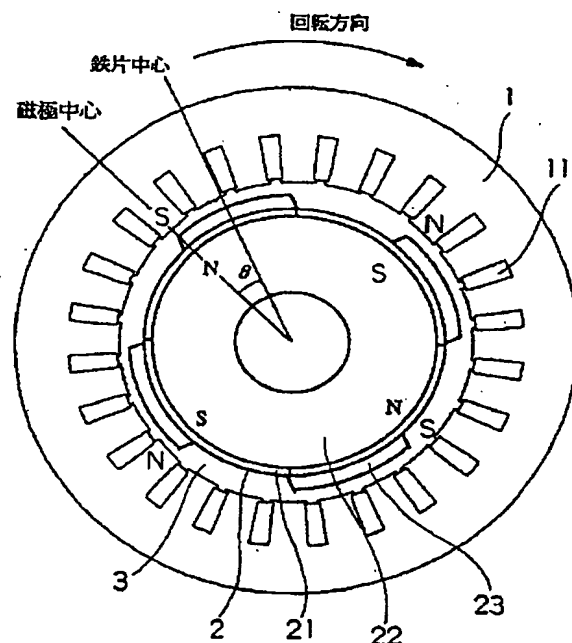
(74) 代理人 弁理士 菊谷 公男 (外3名)

(54) 【発明の名称】 同期電動機

(57) 【要約】

【課題】 磁気回路のリラクタンスを低減させた同期電動機とする。

【解決手段】 ステータ1とロータ2が同心に配置されていて、その対向周面にはロータが回転できるようにギャップ3が設けられている。ステータ1の内周面にはスロット11が設けられ、各スロットの中に図示していない一次巻線が設けられている。ロータ2は、ヨーク22と、径方向にS極、N極を有し、かつ円周方向にS極、N極を交互に着磁された4極のリング状の永久磁石21と、磁性体となる4つの鉄片23から構成され、鉄片23はその円周方向の幅中心がロータの回転方向に永久磁石21の磁極中心より角度 $\theta$ を進むように永久磁石の外周面に設けられている。角度 $\theta$ は永久磁石の磁化ベクトルとステータの励磁電流による磁化ベクトルとに基づいて設定される。これにより磁力線を通しやすい磁気回路が形成され、発生トルクが増大される効果が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータと該ロータを囲んで配置されたステータとからなり、前記ロータに永久磁石を用いた同期電動機において、前記ロータに永久磁石の磁極に対応して複数の磁性体を取り付けるとともに、各磁性体はその円周方向幅の中心が前記永久磁石の磁極中心に対して角度 $\theta$ をつけてあり、該角度 $\theta$ は前記永久磁石の磁化ベクトルとステータの励磁電流による磁化ベクトルとに基づいて設定されることを特徴とする同期電動機。

【請求項2】 ロータと該ロータを囲んで配置されたステータとからなり、前記ロータに永久磁石を用いた同期電動機において、前記ロータに永久磁石を支持するコア部に、前記永久磁石の磁極中心に対して角度 $\theta$ をつけて凹部を設け、該角度 $\theta$ は前記永久磁石の磁化ベクトルとステータの励磁電流による磁化ベクトルとに基づいて設定されることを特徴とする同期電動機。

【請求項3】 前記ロータのコア部には、前記永久磁石の磁極中心に対して前記角度 $\theta$ をつけて凹部を設けることを特徴とする請求項1記載の同期電動機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、同期電動機に関し、とくに同期電動機のロータ構成に関する。

【0002】

【従来の技術】同期電動機としては、例えば図7に示すようなものがある。ステータ1の内周面にスロット11が設けられている。各スロットには図示していない一次巻き線が巻かれている。ステータ1の内側に配置されたロータ2'は、円筒状ヨーク22と、その外周部に取り付けられ径方向にS極、N極を有し、かつ円周方向にS極、N極を交互に着磁された4極のリング状の永久磁石21とを有している。永久磁石21の外周面には磁気力を増強するための4つの磁性体23'がその円周方向幅の中心を永久磁石の極の中心と一致するように配設されて構成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、同期電動機の運転において、最大トルクを発生する位置すなわち最も効率のよい点は、永久磁石の磁化強度と回転磁界強度によって多少変化するが、おおよそ永久磁石の極と極の中間に回転磁界の磁力の中心があるときである。このため、磁性体の円周方向幅中心が永久磁石の極中心と同一位置に存在する上記従来の同期電動機では、磁気回路のリラクタンスが大きく、磁気損出が増加するという問題点があった。本発明は、上記従来の問題点に鑑み、磁気回路のリラクタンスを低減させ、出力トルクが増強された同期電動機を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1記載

の発明は、ロータと該ロータを囲んで配置されたステータとからなり、前記ロータに永久磁石を用いた同期電動機において、前記ロータに永久磁石の磁極に対応して複数の磁性体を取り付けるとともに、各磁性体はその円周方向幅の中心が前記永久磁石の磁極中心に対して角度 $\theta$ をつけてあり、該角度 $\theta$ は前記永久磁石の磁化ベクトルとステータの励磁電流による磁化ベクトルとに基づいて設定されるものとした。

【0005】そして磁性体を設ける代わりに、永久磁石を支持するコア部に、角度 $\theta$ をつけて凹部を設けることができる。また請求項1記載のものにおいて、さらに永久磁石を支持するコア部に、前記磁性体と同じ角度 $\theta$ をつけて凹部を設けることもできる。

【0006】

【作用】請求項1記載の発明では、ロータにおいて、磁性体の取付位置をその円周方向幅の中心が前記永久磁石の極中心に対して角度 $\theta$ をつけて設定し、かつ角度 $\theta$ が永久磁石の磁化ベクトルとステータの励磁電流による磁化ベクトルとに基づいて設定されているから、磁性体が受ける磁化強度が向上し、磁気回路のリラクタンスが減少される。

【0007】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例を示す。ステータ1とロータ2が同心に配置されていて、その対向周面にはロータが回転できるようにエアギャップ3が設けられている。ステータ1の内周面にはスロット11が設けられ、各スロットの中に図示していない一次巻き線が設けられている。ロータ2は、ヨーク22と、ヨーク22の外周に設置され、径方向にS極、N極を有し、かつ円周方向にS極、N極を交互に着磁された4極のリング状の永久磁石21と、磁性体となる4つの鉄片23から構成される。鉄片23はその円周方向の幅中心がロータの回転方向に永久磁石21の磁極中心より角度 $\theta$ を進むように永久磁石の外周面に設けられている。

【0008】次に、角度 $\theta$ の決定について説明する。前述のように永久磁石による磁力の極間の中心に、一次巻き線内の励磁電流による磁力の極中心が存在すると、出力トルクと駆動効率がともに最大になる。このとき4極構造のロータにおけるエアギャップ3内の磁力の極中心の分布は図2の(a)のようになる。エアギャップ3内の合成磁化ベクトルMは、図2の磁化ベクトル図(b)のように、永久磁石の磁化ベクトルM<sub>m</sub>と励磁電流による磁化ベクトルM<sub>I</sub>とにより合成されることになる。

【0009】したがって鉄片23はその円周幅の中心を上記合成ベクトルMに合わせて磁石と鉄片の位置関係を示す図3のように永久磁石の極中心から角度 $\theta$ を進んだ位置に設定することで、磁力線を通しやすい磁気回路が形成される。この角度 $\theta$ は式1により求められる。

【数1】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{MI \sin \left( \frac{180}{P} \right)}{Mm + MI \cos \left( \frac{180}{P} \right)} \quad (\text{deg}) \quad (1)$$

Pは極数である。

【0010】次に、図4に示す解析用モデル電動機において、鉄片の取付角度を変えながら出力トルクを測定した。その結果を図5に示す。図によれば、永久磁石の磁極中心の0degと磁極性反転部の45degで最も小さいのに対し、式1で示した角度は最も大きな出力トルクを出していることが分かる。なお一次巻き線の励磁電流は400Aとする。

【0011】なお定トルク運転でない同期電動機の場合、出力トルクが変動するため、角度θの設定が最大出

力トルクに合わせて行なうと、そのほかの運転域では永久磁石が減磁してしまう可能性がある。そこで、例えば電気自動車に用いられる同期電動機では、実験で、式2に示す最小角度θ<sub>min</sub>と、式3に示す最大角度θ<sub>max</sub>を求め、角度θは同期電動機の運転状態に基づいて上記範囲内に設定すれば、磁力線を通しやすい磁気回路を確保しながら、運転状態の変動による永久磁石の減磁が防がれる。

【数2】

$$\theta_{\min} = \tan^{-1} \frac{\sin \left( \frac{180}{P} \right)}{4 + \cos \left( \frac{180}{P} \right)} \quad (\text{deg}) \quad (2)$$

【数3】

$$\theta_{\max} = \tan^{-1} \frac{2 \sin \left( \frac{180}{P} \right)}{1 + 2 \cos \left( \frac{180}{P} \right)} \quad (\text{deg}) \quad (3)$$

ここで、極数が4極ならば角度θは8.5°～30°の間となる。本実施例は以上のように構成され、従来に対し鉄片の取り付け位置を合成磁化ベクトルMに合わせて角度θに移動させたことによって、磁気回路のリラックスが低減され、駆動効率が高くなり、発生熱量が減少し、出力トルクが増加する。

【0012】図6は、第1実施例の変形例を示す。この実施例は第1の実施例に示すロータ2の代わりにロータ12を用いたものである。そのほかの構成は第1の実施例と同様である。ロータ12は鉄片を用いず、磁力の増強がヨークによって実現されている。すなわちヨーク122に凹部123を設けることによって実現される。凹部123はその凹部中心が永久磁石21の磁極中心に対しロータ12の回転方向に角度θをつけて設定される。凹部123は空間または非磁性体で満たされる。角度θは第1の実施例と同様に式1で求められる。これによっても、第1の実施例と同様に磁力線を通しやすい磁気回路が形成されるとともに、ロータが容易に製作でき、より頑丈なロータが構成できる。

【0013】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、

同期電動機の永久磁石を備えるロータにおいて、磁性体の取付位置はその円周方向幅の中心が永久磁石の極中心に対して角度θをつけてあり、この角度θは永久磁石の磁化ベクトルと励磁電流による磁化ベクトルとに基づいて設定されているから、磁性体が受ける磁化強度が向上する。これにより、磁気回路のリラックスが低減し、発生トルクが増大するという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の構成を示す図である。

【図2】エアギャップ内の磁化ベクトルおよび合成磁化ベクトルの位置を示す図である。

【図3】鉄片の取り付け位置の説明図である。

【図4】解析用モデル電動機である。

【図5】モデル電動機の解析結果を示す図である。

【図6】第2の実施例を示す図である。

【図7】従来例を示す図である。

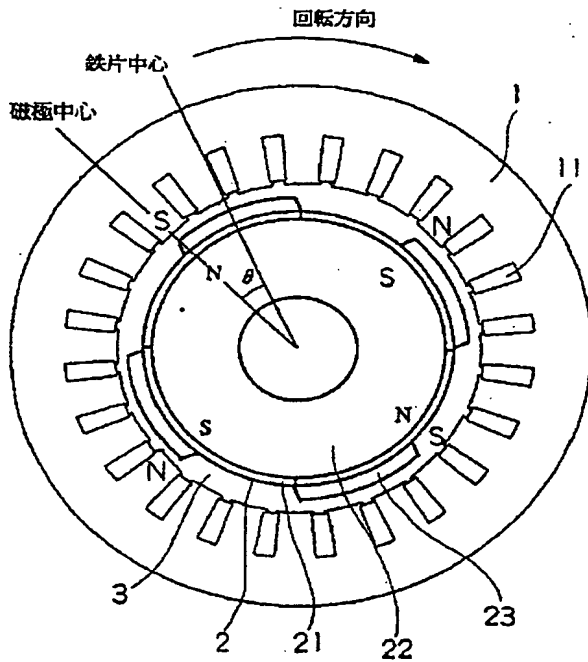
【符号の説明】

- |         |        |
|---------|--------|
| 1       | ステータ   |
| 2、2'、12 | ロータ    |
| 3       | エアギャップ |
| 11      | スロット   |

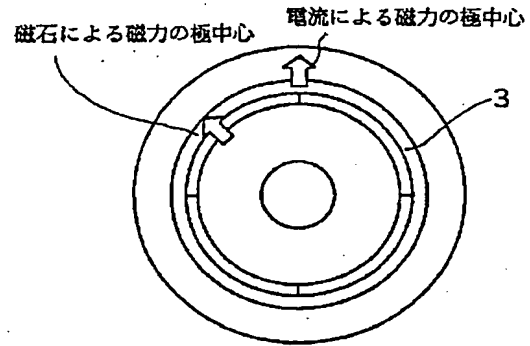
21 永久磁石  
22、122 ヨーク

23、23' 鉄片  
123 凹部

【図1】

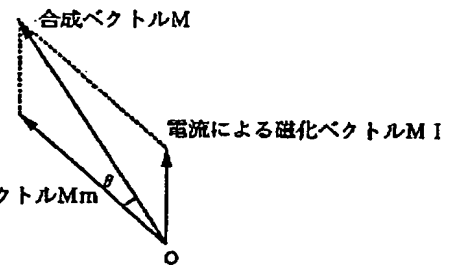
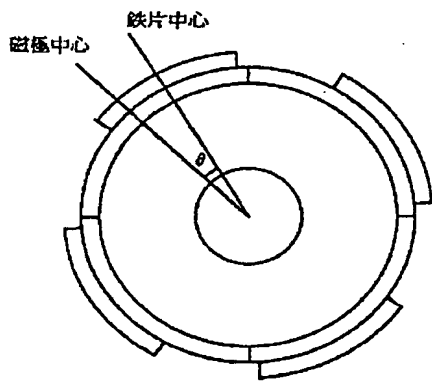


【図2】



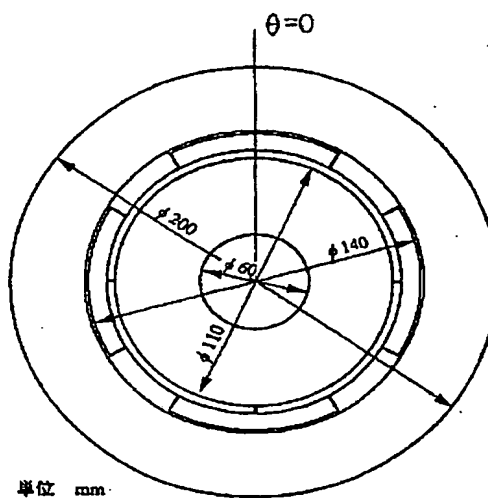
(a)

【図3】



(b)

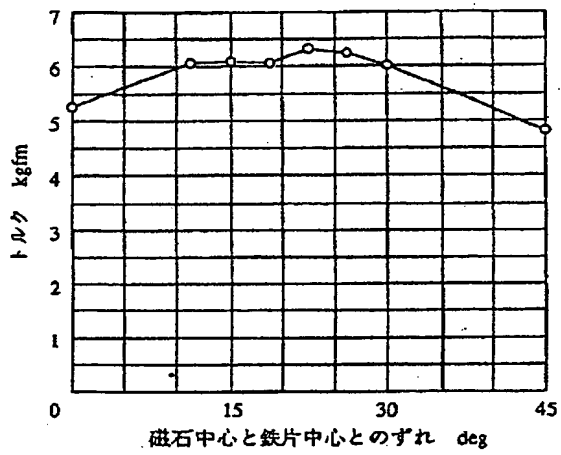
【図4】



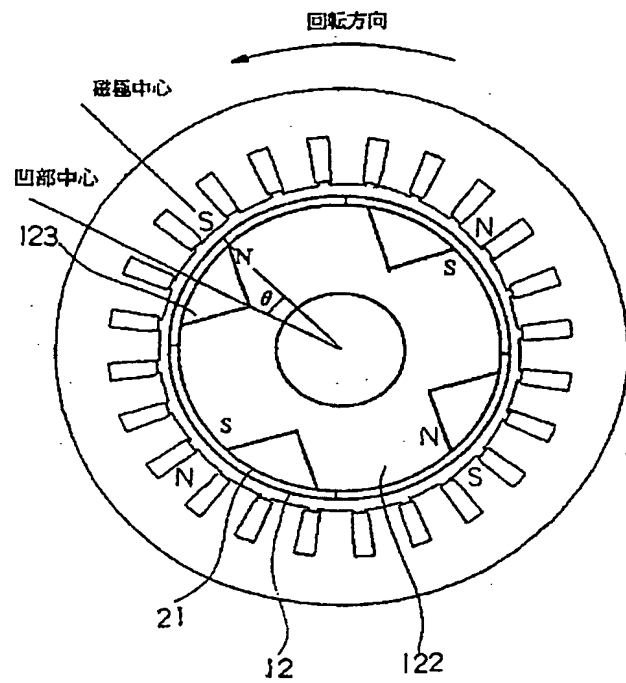
単位 mm

スロット数 48  
磁石厚 4 mm  
ギャップ 0.5 mm

【図5】



【図6】



【図7】

